

## **ANÁLISIS DE ESCENARIOS PARA EVALUAR LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EL SECTOR TABACALERO DE LA PROVINCIA DE SALTA**

I. Cruz<sup>1</sup>, F. Altobelli<sup>2</sup>, M. Condor<sup>3</sup> y J. Saad<sup>4</sup>

Universidad Nacional de Salta- Cátedra de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales

Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo (IRNED)

Instituto de Investigaciones de Energías No Convencionales (INENCO)

Av. Bolivia 5150 – A4408FVY Salta, República Argentina

Tel. 0387-4255325 e-mail: icruz.unsa@gmail.com

*Recibido 18/08/14, aceptado 29/09/14*

**RESUMEN:** En la Provincia de Salta, la producción de tabaco constituye una de las principales actividades económicas, posee un elevado consumo energético y es susceptible de mejoras. En el marco del paradigma de la sustentabilidad en la actividad mencionada cobran relevancia la eficiencia energética y la incorporación de energías renovables en la actividad. El presente trabajo se propone evaluar el impacto de dos estrategias de ahorro energético para el sistema de producción de tabaco en la Provincia de Salta, a partir de análisis de escenarios prospectivos. Las estrategias de mejora se validaron mediante consulta a los actores involucrados en la temática y para la construcción de escenarios se utilizó el software LEAP. Los indicadores energéticos y ambientales demuestran que de no implementarse estrategias de ahorro energético los impactos acumulados (estimados a partir de la huella de carbono) alcanzarían las 1.417,214 Millones de Toneladas de CO<sub>2</sub>eq. En este sentido el incremento de la demanda energética a futuro puede acrecentar los conflictos sociales derivados del costo de oportunidad del recurso y generar externalidades. Por ello resulta primordial llevar a cabo un proceso de planificación energética, en el cual se integre al sector tabacalero.

**Palabras Clave:** planificación energética, LEAP, prospectivas, tabaco

### **INTRODUCCIÓN**

En la provincia de Salta la producción tabacalera constituye una de las principales actividades económicas. La producción anual ronda los 40.000.000 de kg de tabaco curado y requiere aproximadamente 40.000.000 m<sup>3</sup> de gas (Altobelli, y otros, 2010). Según datos de la Dirección Provincial de Estadísticas y Censos, el tabaco Virginia desnervado se comercializa por un valor de 70 millones de dólares anuales. Para este nivel de producción se requieren aproximadamente más de cincuenta mil obreros (Corradini, y otros, 2005), denotando la importancia socio-económica de esta actividad. Existe en la provincia un amplio parque de estufas (6.000 de acuerdo a datos de la Cooperativa de Productores Tabacaleros de la Provincia de Salta y aproximadamente 15.000 para toda la región NOA), de las cuales el 80% se encuentran abastecidas por gas natural. La etapa de curado del tabaco es factible de mejora. A partir de relevamientos de estufas bulk-curing, efectuados durante las campañas 2009-2013 (Altobelli, y otros, 2011; Fundación EcoAndina, 2010), pudo constatarse la existencia de pérdidas térmicas evitables durante la fase de curado de tabaco. Dichas pérdidas, generan un incremento en el consumo de gas natural y por ende en los costos asociados al curado de tabaco. La producción media de tabaco Virginia en Salta posee una huella de carbono de 106.562,8 Tn CO<sub>2</sub>e/año, de la cual el 85% corresponde al proceso del curado en estufa (DibAshur, 2013). La situación actual de encarecimiento de los combustibles fósiles y la existencia de impactos ambientales asociados a la actividad tabacalera, pone en manifiesto la necesidad de formular e implementar estrategias de reducción del consumo energético del sector y que ensimultáneo contribuyan a hacer más sustentable la actividad.

En este contexto de análisis cobran relevancia las medidas de eficiencia energética y la implementación de Energías Renovables (ER) como un eje que puede contribuir a avanzar en la sustentabilidad de la actividad tabacalera. En este sentido dichas estrategias tienen potencialidad para mitigar problemas ambientales, revisten de importancia para la soberanía energética y pueden traer aparejadas mejoras sobre la estructura de costos del sector productivo-industrial (Dincer, 2000; Domac et al, 2011). Sin embargo la implementación de dichas estrategias se encuentra sujeta a un proceso de toma de

---

<sup>1</sup>INENCO-CONICET -Cátedra de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales

<sup>2</sup>INENCO-CONICET-Cátedra de Formulación y Evaluación de Proyectos Ambientales y de Recursos Naturales

<sup>3</sup>INENCO-CONICET

<sup>4</sup>Cátedra de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales, IRNED

decisión multiactor, multidimensional y multiobjetivo. Esto requiere de un proceso complejo de construcción de políticas a largo plazo para ayudar a orientar el sistema energético desde lo local a lo regional, es decir se requiere plantear dichas mejoras en el marco del concepto de planificación energética (Rad, 2011). Asimismo dadas las características de los sistemas energéticos surge la necesidad de realizar estudios prospectivos y de análisis de escenarios que permitan llevar a cabo una transformación gradual, continua, ordenada y adecuada a la región; que incorpore a los actores en la definición de las metas a alcanzar (Wangyotros, 2009; Tsoutsos y otros, 2008).

La construcción de modelos que reflejen el comportamiento energético de un sistema de producción de tabaco, puede contribuir en la evaluación de la mejor combinación de estrategias de ahorro energético que mejoren el escenario actual en función de criterios múltiples (ambiental, social y económico). El presente estudio se propone evaluar el impacto de dos estrategias de ahorro energético para el sistema de producción de tabaco, validadas mediante consulta a diversos actores involucrados en la temática, a partir de análisis de escenarios prospectivos. Asimismo se pretende coadyuvar en la definición de lineamientos que sirvan de soporte para la generación de políticas y toma de decisiones, tendientes a la reducción del consumo energético en el sector tabacalero de la provincia de Salta.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo aborda el análisis de estrategias conducentes a la mitigación de la problemática energética del sector tabacalero desde la perspectiva sistémica y en el marco del concepto de planificación energética de Rad (2011). Por ello, el estudio define un horizonte de análisis de 15 años (largo plazo) y se sustenta en la perspectiva de los actores locales involucrados.

El impacto energético y ambiental derivado de la implementación de medidas de eficiencia energética e incorporación de energía solar al sistema, se evaluó a partir de la configuración de escenarios derivados de un modelo prospectivo de Energía-Sustentabilidad (Cruz y otros, 2014), construido para tal fin. Se empleó para ello como herramienta de software LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning), ya que el mismo permite simular escenarios energéticos y ambientales considerando tecnologías diferenciadas y consumo neto por tipo de producción.

### Estrategias analizadas

Las estrategias de ahorro energético consideradas en el modelo constituyen alternativas de mejora en eficiencia energética desarrolladas por el INENCO, consisten en: la reducción de puentes térmicos de las estufas a partir de la aislación del suelo y adecuación de las mismas a un sistema híbrido sol-gas, mediante la incorporación de colectores solares de circuito cerrado (Tabla 1).

Tabla 1 Descripción de estrategias analizadas

ESTRATEGIA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS-AMBIENTALES
<b>REDUCCIÓN DE PUENTES TÉRMICOS (REPTE)</b>	Aislación del suelo de la estufa, con bandejas residuales provenientes de la elaboración de almácigos de tabaco del sistema flotante (280 celdas – 17cc) colocadas de forma invertida. Se coloca una sola capa de dichas bandejas ubicada entre dos láminas, una abajo y otra arriba, de plástico negro de 200 µm para protegerlas de la humedad. La superficie expuesta en contacto directo con la lámina superior de plástico, consiste en una carpeta de concreto de 5 cm de espesor, con un acabado alisado en la superficie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la eficiencia del proceso del 9% en el consumo de gas.</li> <li>• Reducción de la huella de carbono en un 6,7%.</li> <li>• Costo aproximado por estufa \$4.500. El costo de la alternativa es unitario, entendiéndose que dicho valor puede verse reducido en caso de implementar la estrategia a un porcentaje determinado de estufas o la totalidad de ellas.</li> </ul>
<b>INCORPORACIÓN DE ENERGÍA SOLAR (INESO)</b>	Se plantea incorporación de energía solar a partir de un sistema colector, que funcione en circuito cerrado. Se considera el aprovechamiento de la superficie del techo de las estufas, como áreas de colección, de manera de abaratar y facilitar la conversión de los dispositivos actuales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción estimada en el consumo de gas del orden del 40%.</li> <li>• Reducción de la huella de carbono del orden de 15-18%. Costo aproximado por estufa \$30.000. El costo de la alternativa es unitario, entendiéndose que dicho valor puede verse reducido en caso de implementar la estrategia a un porcentaje determinado de estufas o la totalidad de ellas.</li> </ul>

Las alternativas analizadas por el modelo constituyen una respuesta de desarrollo tecnológico al problema del elevado consumo de gas natural durante la etapa de curado del tabaco. Sin embargo dado que en el marco de un proceso de planificación energética las estrategias no pueden circunscribirse únicamente a un análisis de parámetros técnicos, dichas alternativas fueron validadas a partir de una consulta a los actores involucrados. Se consultaron actores provenientes de diversos ámbitos asociados al sector tabacalero y energético. Entre ellos pueden mencionarse: productores, técnicos de empresas acopiadoras, especialistas en tecnologías eficiencia energética y energías renovables, miembros de entidades gubernamentales y especialistas en política energética. Mediante la consulta se indagó acerca de:

- ✓ La relevancia de la incorporación de medidas de ahorro energético e implementación de energías renovables para el curado de tabaco Virginia.
- ✓ Importancia de dichas medidas en el marco de la definición de la planificación energética de la Provincia.

- ✓ Existencia y jerarquización de barreras que dificultan la implementación de energía renovable en el curado del tabaco.
- ✓ Valoración cuanti-cualitativa de cada una de las alternativas tecnológicas desde la perspectiva técnica, económica y ambiental.

En todos los casos cada aspecto analizado se valoró a partir de un Índice Medio de Valoración de Atributos (IVA<sub>x</sub>) con un rango de 1-5.

#### *Definición de escenarios*

El horizonte de análisis de la prospectiva energética, en este caso, es de largo plazo (15 años). Ello se debe fundamentalmente a las características intrínsecas del sistema bajo análisis y complejidad inherente a la adecuación tecnológica de una de las estrategias (INESO). Para la definición de escenarios se tomó en cuenta la perspectiva de los actores involucrados, considerando tres aspectos claves:

- ✓ Potencial de aceptación de la estrategia a implementar, a partir del IVA<sub>x</sub> por aspecto (técnico, económico y ambiental). En este caso el criterio adoptado excluía la alternativa si el valor global del indicador (para todos los atributos analizados) se encontraba por debajo del segundo quintil y alcanzaba el 60% de los actores consultados.
- ✓ El porcentaje máximo (promedio) de implementación de cada una de las alternativas que los actores consideran aceptable y factible de incorporar como meta a alcanzar en el 2030.
- ✓ La viabilidad de implementar ambas estrategias en forma conjunta, considerando para el cálculo del porcentaje de implementación una combinación que minimice el costo financiero, maximice la reducción de emisiones y cumpla con las exigencias del mercado internacional frente a la reducción de la Huella de Carbono (HC).

Para la generación de los escenarios el modelo incorpora en simultáneo las siguientes vinculaciones existentes entre los sistemas:

- ✓ Socio-económico y Energético, a partir del consumo energético final en función del nivel de producción de tabaco y de los módulos homogéneos que adoptan en el tiempo las estrategias propuestas.
- ✓ La influencia de los sistemas Socio-económico y Energético con el sistema Ambiental deviene de una función que estima la huella de carbono, a partir de la demanda energética final por nivel de producción y cantidad de módulos homogéneos que incorporan las mejoras de eficiencia energética hacia el 2030.

La proyección de los niveles de producción de tabaco para la Provincia de Salta se realizó considerando en el análisis la tendencia mundial. Se tomó como base el estudio prospectivo de producción de tabaco de la ONU (2003), se empleó como contexto de referencia al escenario que supone la adopción de fuertes medidas políticas contra el consumo de tabaco. Asimismo se consideraron como aceptables las proyecciones realizadas por Eriksen y otros (2012). El análisis del contexto internacional se coteja con la serie histórica de producción de tabaco de la Provincia de Salta (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). En este contexto de análisis se espera que la producción mundial de tabaco para América Latina tienda a fluctuar muy poco respecto de los valores alcanzados en la actualidad, debido al comportamiento de la demanda internacional y la existencia de competencia internacional en el mercado de producción. Asimismo se prevé que la superficie total dedicada a la producción de tabaco cambiará poco y si bien el nivel de rendimientos atribuidos a mejoras tecnológicas evoluciona con el tiempo, no se espera que modifiquen en gran medida el nivel de producción actual. Para la Provincia de Salta los niveles de producción histórica se condicen con los valores de producción global (período 2000-2013). Teniendo en cuenta los aspectos enunciados previamente, para la estimación del valor de producción de hojas de tabaco de la Provincia de Salta para el año 2030, tomó como límite superior de crecimiento de la actividad al coeficiente de variación histórica de las campañas 2000-2013.

En términos generales, los escenarios analizados surgen como un conjunto de hipótesis coherentes relativas al funcionamiento del sistema energético del sector tabacalero de la provincia de Salta. Dichos escenarios se sustentan en la consulta a actores, estudios técnicos y descriptivos que explican y simplifican la comprensión del sistema. Los escenarios no incluyen en el análisis a las estufas a leña, ello debido principalmente a la carencia de información para la construcción del escenario de base. Asimismo dado que no se esperan grandes fluctuaciones en el nivel de producción de la actividad, se trabaja bajo el supuesto de que el parque de estufas se mantiene constante en el tiempo. Los escenarios incluidos en el modelo son los siguientes:

Tabla 2 Descripción de escenarios analizados

ESCENARIO	CARACTERÍSTICAS	
REFERENCIA	REFER	Considera el statu quo, en cuanto a la implementación de medidas de ahorro energético. En este caso el consumo final de energía se explica fundamentalmente por el nivel de actividad de un único módulo de producción tabacalera. La intensidad energética es de 1 m <sup>3</sup> de gas consumido por kg de tabaco curado.
REDUCCIÓN DE PUNTES TÉRMICOS	REPUT	Implementación de la estrategia REPTE, considerando para el horizonte de la prospectiva una penetración del orden del 36% respecto del año de base. La intensidad energética es de 0.91 m <sup>3</sup> de gas consumido por kg de tabaco curado.
INCORPORACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	INSOL	Implementación de la estrategia INESO, considerando para el horizonte de la prospectiva una penetración de la misma del orden del 16.25% respecto del año de base. La intensidad energética es de 0.6 m <sup>3</sup> de gas consumido por kg de tabaco curado.
IMPLEMENTACIÓN COMBIADA (REPUT + INSOL)	ICSOL	Combinación de las propuestas de los dos escenarios anteriores. Para esto fue tenido en cuenta las actuales exigencias del mercado internacional frente a la reducción de la huella de carbono de productos como el tabaco curado y el criterio financiero de mínimo costo de inversión. En este punto se consideró un recorte equivalente al 20% de la HC esperada para el 2030.
MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA E IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍA SOLAR	EFREN	Es un escenario optimista que considera una readecuación del 100% de las estufas a gas, a las estrategias REPTE e INSOL. En este escenario se fija una meta ambiciosa, basada en el comportamiento histórico de la reconversión tecnológica del parque de estufas de leña a gas. Adicionalmente el escenario se contextualiza en el Plan Provincial de Energías Renovables, y la Ley N° 7823 de Régimen de Fomento a las Energías Renovables (en proceso de reglamentación).

El impacto ambiental de cada uno de los escenarios se estimó a partir de la Huella de Carbono, para ello se tomaron de base los valores estimados por Dib-Ashur(2013) y Vicente (2013), los cuales se transformaron a emisiones de CO<sub>2</sub>e generados por unidad de energía consumida durante el proceso de curado del tabaco.

## RESULTADOS

### Consulta a los actores

La totalidad de los actores consultados coincidió en la relevancia de la incorporación de medidas de ahorro energético para el curado de tabaco Virginia (IVA<sub>x</sub>=5), en este sentido los especialistas en producción de tabaco son conscientes de la existencia de pérdidas térmicas de las estufas y su incidencia negativa sobre la eficiencia del proceso. Los expertos en planificación enfatizan la importancia de las medidas de eficiencia energética e incorporación de energías renovables en el proceso de producción por tres razones principales:

- ✓ El contexto de declinación de oferta energética nacional.
- ✓ El encarecimiento de la importación del recurso energético.
- ✓ La necesidad de reconvertir la matriz energética.

Los expertos del área económica-ambiental enfatizan en la importancia de medidas de ahorro energético e implementación de energía solar al curado del tabaco por su potencial impacto en términos de costos evitados, tanto para el sector tabacalero como para el Estado dada la existencia de subsidios al precio del gas. Asimismo las estrategias se consideran relevantes por su potencial impacto económico y porque pueden contribuir a hacer más sustentable la producción tabacalera en la Provincia de Salta. En cuanto a la valoración de las alternativas planteadas para la construcción de los escenarios, INESO fue calificada como una alternativa sumamente relevante en cada uno de los aspectos evaluados (

Tabla 3).

Tabla 3. Valoración cualitativa de las estrategias de ahorro energético

ASPECTO EVALUADO	ESTRATEGIA	
	REPTE	INESO
TECNOLOGICO	Moderadamente Relevante (IVAx= 3)	Sumamente Relevante (IVAx=5)
AMBIENTAL	Moderadamente Relevante (IVAx= 3)	Sumamente Relevante (IVAx=5)
ECONOMICO	Moderadamente Relevante (IVAx= 3)	Sumamente Relevante (IVAx=5)

La percepción de los encuestados al respecto de las barreras existentes para la implementación de las energías renovables en el proceso de producción de tabaco resulta diversa. Los actores consideraron a las barreras técnicas como las más significativas, en segundo orden se encuentran las barreras de tipo económicas-financieras. Tercera en orden de importancia resulto la barrera regulatoria.

Finalmente el 100% de los actores consultados considera que el fomento a la implementación de Energías Renovables en el sector tabacalero (específicamente durante la etapa de curado del tabaco), debería considerarse en la definición de futuras estrategias y políticas energéticas.

*Análisis de escenarios*

Los parámetros energéticos y ambientales, utilizados para la construcción de los escenarios se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Se evidencia una tendencia creciente en el nivel de producción del sector tabacalero de la Provincia de Salta. Durante la campaña 2012-2013 (año base), se produjeron 36.303.638 Kg de tabaco, mientras que para la campaña 2030 se estima que se alcanzará un valor del orden de 42.286.477,54 Kg de tabaco. De la producción total, solo el 80% corresponde a hojas de tabaco secadas EBUCU, de modo que el umbral base de producción de tabaco curado con este sistema tecnológico para el año 2030 será de al menos de 33.829.182,03 Kg de tabaco (Figura 1). De acuerdo al modelo, este incremento en los niveles de producción trae aparejado, como es lógico, un incremento en la demanda de los factores productivos, entre los que se encuentra el recurso energético (gas natural) utilizado como insumo principal para el curado del tabaco. La demanda de gas natural del sector tabacalero se incrementaría en un 16,47% hacia el 2030. En términos de energía esto equivale a que la actividad pasará de consumir 993,26 Miles de GJ a 1.119,5 Miles de GJ, en 17 años a una tasa de crecimiento anual en el consumo de 0,71%; si no se realizan mejoras tecnológicas que reduzcan la intensidad energética por kilogramo de tabaco producido (Escenario de Referencia-REFER) (Figura 2).

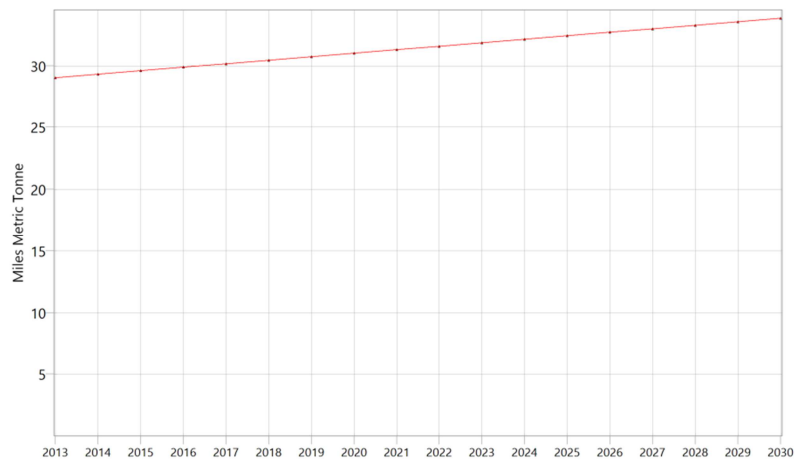


Figura 1. Evolución del nivel de producción del sector tabacalero que cuenta con EBUCU en la Provincia de Salta

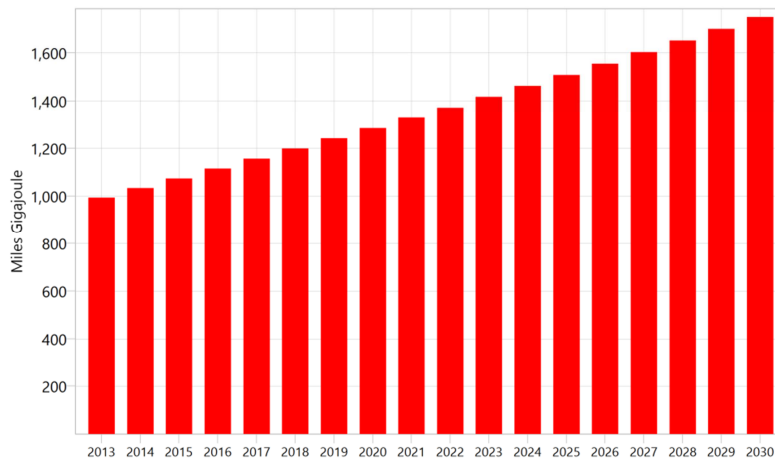
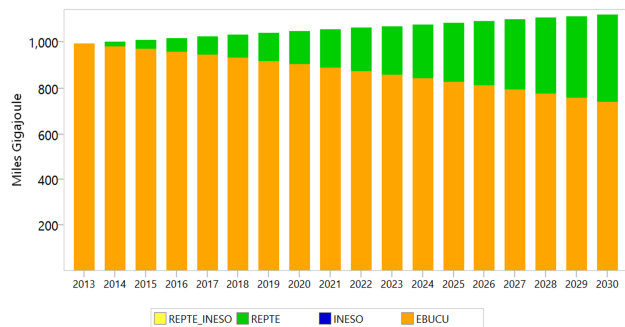
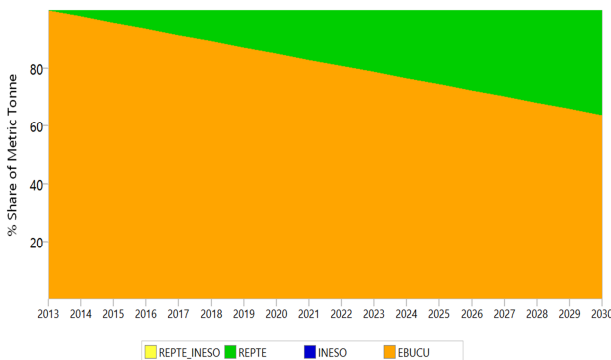


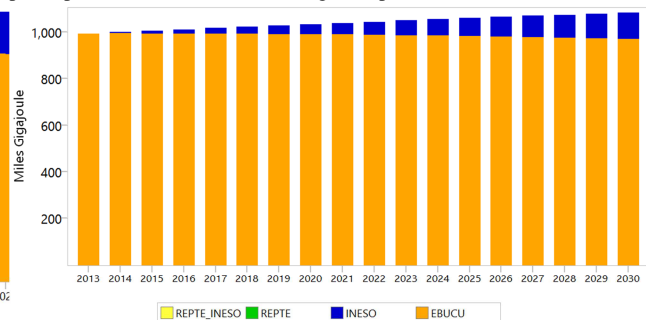
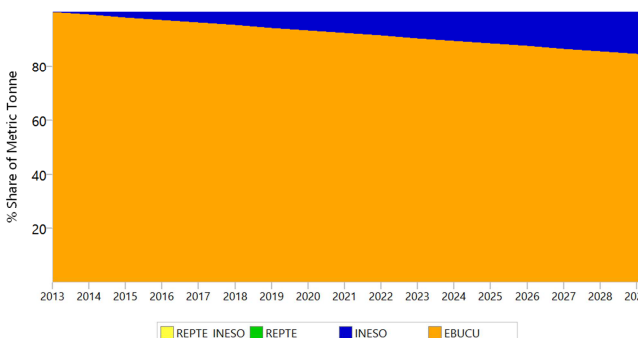
Figura 2. Evolución de la demanda energética del sector tabacalero de la provincia de Salta que cuenta con EBUCU, para el escenario REFER.

Para los escenarios REPUT e INSOL se emplearon los porcentajes promedios de inserción de cada una de las alternativas consideradas por los actores como metas lógicas y factibles de implementar para el año 2030. En el primer caso dicho valor asciende al 36% y en el segundo a 16,25% para las estrategias REPTE e INSOL respectivamente. Las estrategias tienen un impacto distinto sobre el ahorro energético por kilogramo de tabaco curado (Figura 3). En el escenario REPUT, la implementación de la alternativa REPTE trae aparejada una reducción acumulada del consumo energético del 1,77% respecto del escenario de referencia (REFER), siendo el ahorro final acumulado de 342,99 Miles de GJ de energía. El escenario INSOL reduce el consumo energético final acumulado en 3,55%, lo que representa un ahorro energético de 688,10 Miles de GJ. La intensidad energética esperada para el año 2030 para el escenario REPUT es de 1119.47 Miles de GJ y para el escenario INSOL es de 1081,75 Miles de GJ. Los valores de ahorro traen aparejados una tasa de anual de readecuación tecnológica del 0,007% de la producción total a la alternativa REFER y de 0,05% en el caso de INESO.



Evolución de la adecuación de estufas -Escenario REPUT.

Incidencia de la alternativa REPTE en términos de grado de participación sobre la demanda energética, para el escenario REPUT.



Evolución de la adecuación de estufas -Escenario INSOL.

Incidencia de la alternativa INESO en términos de grado de participación sobre la demanda energética, para el escenario INSOL.

Figura 3. Evolución de la adecuación de estufas e incidencia de la implementación de adecuación tecnológica (en participación) sobre la demanda energética, por escenario.

El escenario ICSOL configurado a partir de las exigencias del mercado internacional, fija una meta de reducción de la HC del 20% esperada para el año 2030, dicho valor corresponde a 71.492 Millones de Tn CO<sub>2</sub>eq (±16,48). Para ello en función de un criterio de mínimo costo de inversión y considerando una restricción de implementación de energía solar de al menos el 1% del total de producción esperada para el año 2030, se fijó como meta de penetración tecnológica al 20% para la estrategia REPTE y del 2% para INESO. Bajo estas condiciones el consumo energético estimado para el año 2030 es de 1.126,87 Miles de GJ, lo que trae aparejado un ahorro energético acumulado de 275,24 Miles de GJ. En el escenario EFREN el ahorro energético acumulado es de 5398,86 Miles de GJ respecto del escenario de referencia. Con las estrategias implementadas en EFREN, la intensidad energética final se reduce en un 27,89% respecto del escenario de referencia (Figura 5).

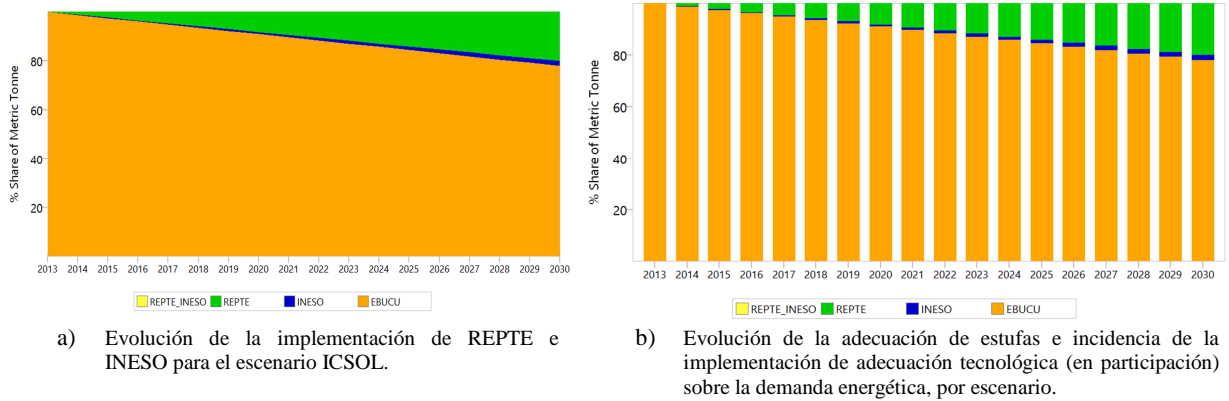


Figura 4. Principales aspectos del escenario ICSOL.

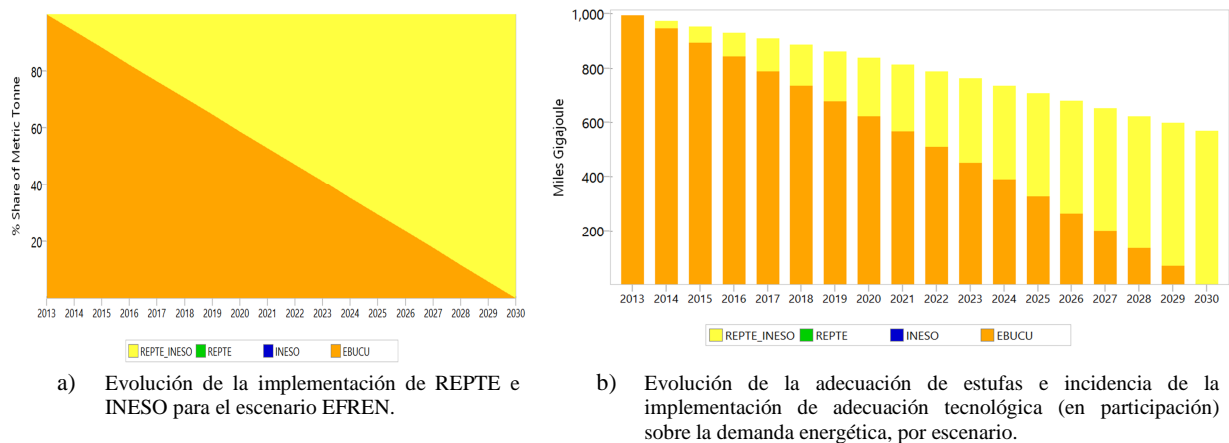


Figura 5. Principales aspectos del escenario ICSOL y EFREN.

A partir del análisis conjunto de todos los escenarios se obtuvo que en términos de ahorro energético el escenario EFREN es el que minimiza el consumo energético acumulado final y la HC. El escenario ICSOL es el menos eficiente desde la perspectiva energética y reducción de impactos ambientales (Figura 6, Tabla 4, Figura 7 y Figura 8). La HC total para el escenario REFER asciende a un valor de 1.417,214 Millones de Toneladas de CO<sub>2</sub>e. La HC por alternativa tecnológica analizada se presenta en la

Tabla 5.

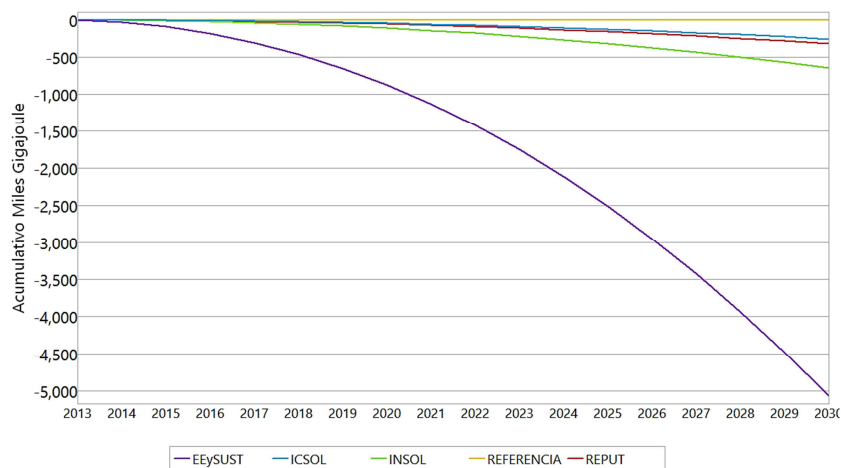


Figura 6. Ahorro energético acumulado por escenario (REFER, ICSOL, INSOL y REPUT).

Tabla 4. Ahorro energético total por escenario con valores indexados para el año de base.

Demanda: Demanda Energética Final 2030 Recurso energético: Gas Natural Rama: Demanda\TABACO Indicador: Valores Indexados (Año Base = 1)	
ESCENARIO	Total
REFERENCIA	19,483
EFREN	14,374
ICSOL	19,223
INSOL	18,832
REPUT	19,159

Tabla 5. Parámetros energéticos y ambientales, empleados para la construcción de escenarios.

SISTEMA TECNOLÓGICO	CONSUMO ENERGÉTICO (m <sup>3</sup> /Tn de Tabaco curado)	CONSUMO ENERGÉTICO (GJ/Tn de Tabaco curado)	HUELLA DE CARBONO Tn CO <sub>2</sub> /GJ
Estufa BulkCuring (EBUCU)	1000	0.0389112	77.89
Reducción de puentes térmicos (REPTE)	910	0.3548636	72.68
Estufa Híbrida (INESO)	600	0.0228766	65.04

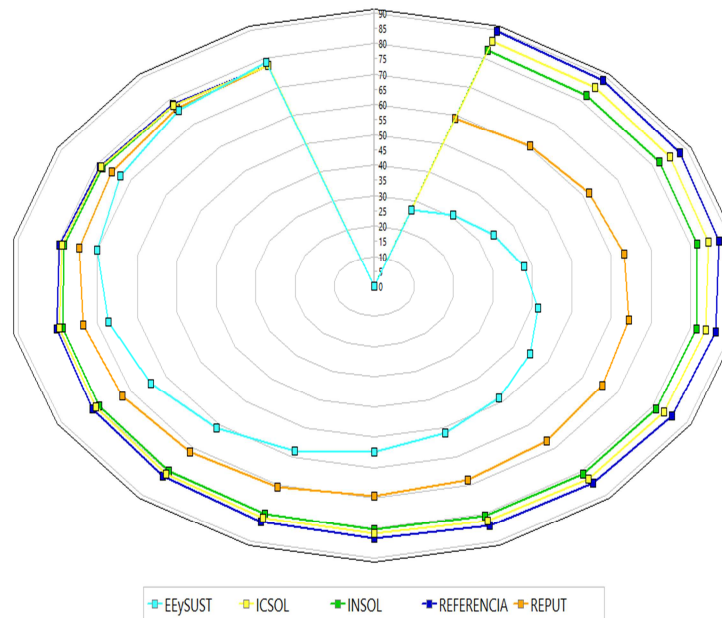


Figura 7. Huella de carbono, en valores absolutos de Millones de Tn de CO<sub>2</sub>eq, por escenario.



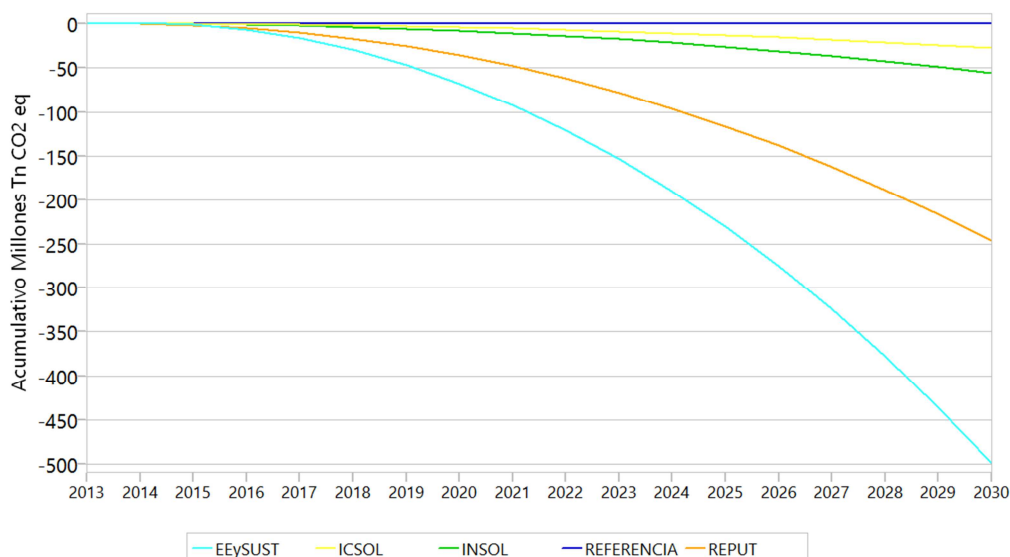


Figura 8. Reducción acumulada de la HC por escenario en función de REFER.

## CONCLUSIONES

La consulta a los actores involucrados ratifica la relevancia de la problemática energética del sector tabacalero y la necesidad de implementar medidas de eficiencia energética y energía renovable al proceso de curado del tabaco, desde una visión estratégica.

Las implicancias sobre el sistema energético y ambiental del actual modo de producción, analizadas en términos de largo plazo a partir del escenario REFER, demuestran que de no implementarse estrategias que hagan más sustentable la actividad, se espera que el impacto total, medido a partir de la HC, alcance un valor de 1.417,214 Millones de Tn. En este sentido el incremento de la demanda energética a futuro puede incrementar los conflictos sociales derivados del costo de oportunidad del recurso y generar en simultáneo externalidades. Por lo cual resulta primordial llevar a cabo un proceso de planificación energética en el cual se integre al sector tabacalero.

A partir del análisis de escenarios se pudo evaluar la evolución de los indicadores energéticos-ambientales en función de la implementación de estrategias tendientes a la reducción del consumo de gas natural. Asimismo se logró contrastar escenarios diferenciados definidos por los actores consultados, en lo que constituye la primera experiencia de construcción de escenarios energéticos para la Provincia de Salta. Sin embargo, a pesar de que este trabajo sienta las bases para la definición de una planificación energética que conjuga y vincula los aspectos técnicos con la perspectiva de los actores, resulta pertinente hacer las siguientes salvedades:

- ✓ En el presente trabajo no se incorporó aún al análisis la valoración económica de los costos operativos evitados derivados de la reducción del consumo de gas natural. Sin embargo los resultados obtenidos resultan significativos por cuanto puede observarse la repercusión de estrategias diversas en términos de energía neta. Este hecho a su vez resulta relevante, ya que constituye el primer avance para la estimación de balances energéticos de la producción tabacalera.
- ✓ Si bien las alternativas REPUTE e INESO resultan complementarias entre sí, sólo se planteó una combinación de las mismas en el escenario ICSOL. Dicho escenario expresa las exigencias ambientales impuestas por el mercado y el criterio de mínimo costo de inversión de los productores, pero las metas de readaptación tecnológica (particularmente baja para INESO) no reflejan un interés real por mejorar los indicadores energéticos sino que constituyen una adaptación a las reglas del mercado internacional. La inclusión de los costos operativos evitados a partir de la implementación de la alternativa INESO podrían redefinir el óptimo de penetración de dicha alternativa y fomentar la implementación de las energías renovables al sector.

A fin de complementar el estudio, en instancias sucesivas se incorporarán los costos operativos evitados, la incidencia de las alternativas planteadas sobre indicadores de carácter social, entre otras variables, y se redefinirá el óptimo de combinación de alternativas priorizando la implementación de energías renovables para minimizar el impacto ambiental y reducir los costos totales de producción a largo plazo.

El estudio de las barreras existentes en cuanto a la implementación de energías renovables para el curado del tabaco, permitirá a futuro redefinir y formular estrategias que mejoren un proceso de planificación energética para el sector.

Finalmente se destaca que es posible vincular el ámbito científico-tecnológico con los actores de sistemas productivos intensivos a fin de plantear estrategias conjuntas de mejora, en este sentido se destaca la utilidad de las herramientas de prospectiva energética que permiten evaluar escenarios diversos a largo plazo.

## REFERENCIAS

- Altobelli, F., Condorí, M., Díaz Russo, G., & Durán, G. (2010). Estudio del desempeño energético de una estufa de secado de tabaco. Salta, Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA)*(14), 07.41-07.48.
- Altobelli, F., Condorí, M., Durán, G., & Díaz Russo, G. (2011). Determinación de pérdidas térmicas estructurales en estufas de tabaco tipo bulk-curing en la provincia de Salta. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA)*(15), 07.47-07.53.
- Altobelli, F., Vicente, P., Díaz Russo, G., & Condorí, M. (2013). Evaluación de sistemas de ahorro energético en estufas de curado de tabaco tipo Bulk Curing. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 17, 07.37-07.44.
- Corradini, E., Zilocchi, H., Cuesta, R., Seghesso, R., Jiménez, M., & Musco, J. (2005). Análisis del sector productor tabacalero en la República Argentina. Buenos Aires, Argentina.: Serie de Documentos de Investigación. Facultad de Ciencias Agrarias. Centro de Altos Estudios "José Gándara".
- Cruz, I.;Sauad J.;Belmonte S. yCondorí M. (2013).Sobreexperienciasde planificación energética y de energías renovables: ¿esnecesario ampliar la perspectiva de análisis?Acta de la XXXVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 1, pp. 07.85-07.94.
- Dib-Ashur, H. (2013). Estimación y Aplicación de Huella de Carbono en la Producción Tabacalera del Valle de Lerma, Salta. Salta, Argentina: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and SustainableEnergyReview*, 157-175.
- Domac J., Segon V., Przulj I. yRajic K., 2011, Regional energy planning methodology, drivers and implementation e Karlovac County case study, *Biomassand Bioenergy* N° 35 P.4504 e 4510.
- Eriksen M., Mackay J. y Ross H. (2012) *El Atlas del tabaco*. Cuarta ed. Atlanta, GA: Sociedad Americana contra el Cáncer; Nueva York, NY: Fundación Mundial del Pulmón; 2012
- Fundación EcoAndina. (2010). Análisis energético del proceso de deshidratación de tabaco a través de Bulk Curing y posibles mejoramientos energéticos. Jujuy, Argentina: Massalin Particulares S.A.
- FAO (2003). Projections of tobacco production, consumption and trade to the year 2010.
- Massalin Particulares S.A. (2011). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de tabaco Virginia. Salta, Argentina.
- Quijano Hurtado, R., & Domínguez Bravo, J. (2008). Diseño de un proyecto integrado para la planificación energética y el desarrollo regional de las energías renovables en Colombia basado en sistemas de información geográfica. En L. Hernández, & J. M. Parreño, *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial* (págs. 729-736). Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC.
- Rad F. (2011). On Sustainability in Local Energy Planning. Doctoral Thesis. Lund University, Sweden.
- Rodríguez Faraldo M., Z. H. (2012). Historia del cultivo del tabaco en Salta.Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. .
- Tsoutsos T., Drandaki M., Frantzeskaki N., Iosifidis E. yKiosses I.(2009) Sustainable energy planning by using multicriteria analysis application in the island of Crete. *Energy Policy* 37 1587–1600.
- Vicente, P. (2013). Sistemas de ahorro energético para estufas Bulk-curing en el curado de tabaco Virginia, en el Valle de Lerma, Salta. Salta, Argentina: Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Wang J., Jing Y., Zhang C. yZhao J.(2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decisionmaking. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13 2263–2278.

**ABSTRACT:**Energy efficiency measures together with the incorporation of renewable energies in productive activities become relevant under the paradigm of sustainability. However, the implementation of these strategies requires a multidimensional, pluralist, and multi-objective decision making process. It requires raising such improvements from strategic planning perspective and prospective analyzes. The tobacco production in Salta is a major economic activity, even though; it has high energy consumption with possibilities of improvement. The aim of this paper is to assess the impact of two energy-saving strategies for the tobacco production system from prospective scenarios. The strategies proposed were validated through consultation to experts on the issue, and then were used to build the scenarios using the LEAP software. The results show that in case of not implementing any saving strategy, the energetic and environmental impacts grow exponentially. In this sense the increase in energy demand may increase future social conflicts derived from the opportunity cost of the resource, and may also generate externalities. Therefore, it is vital to conduct an energy planning process for the province, in which it is integrated the tobacco sector.

**Key words:** Energy saving, tobacco's barn, Virginia tobacco